

XV Международная научно-практическая конференция студентов аспирантов и молодых учёных
«Молодёжь и современные информационные технологии»

АНАЛИЗ РЫНКА СОВРЕМЕННЫХ БИОНИЧЕСКИХ ПРОТЕЗОВ

Рудьковский Д.Н., Кан Д. В.

Научный руководитель – к. т. н. Баранов П.Ф.
кафедра ТПС, Томский политехнический университет
dnr3@tpu.ru

Введение

По статистике около 12% людей на планете [1] имеют нарушения функций и структур организма, препятствующие физической активности, затрудняющие социальную жизнь и профессиональную деятельность человека. Более 50 миллионов человек в год становятся инвалидами [2] по тем или иным причинам. Из них в среднем около 300 тысяч теряют ноги [3], а 390 тысяч – теряют руки [4].

Актуальность

В настоящее время основная часть протезов, разрабатываемая в отечественных и зарубежных лабораториях и научных центрах [5-8], является попросту пластиковой. Они могут принимать некоторое положение, однако не являются полностью функциональными. С другой стороны, бионические протезы имеют лучшие показатели таких параметров как *число степеней свободы* и *сроку службы*; однако они являются достаточно дорогими и недоступными среднестатистическому их покупателю.

В данной работе проводится (1) анализ методов протезирования наиболее подвижного вида конечностей – конечностей рук; (2) приводятся технические параметры, которые необходимо улучшить в собственной разработке.

Основная часть

Анализ предметной области стоит начинать с имеющихся технических и технологических решений. Выделим применяемые на современном этапе технологии, применяемые при протезировании конечностей рук (таблица 1).

Таблица 1. Матрица решений протезирования конечностей рук

Решение Параметр	Пластиковый протез	Бионический протез
Число степеней свободы	15	23
Срок службы, лет	3	20
Надежность	Низкая	Средняя
Цена	Низкая или средняя	Высокая

Рассматриваемые аналоги имеют определенные преимущества. Однако комплексное решение, сочетающего в себе приемлемую цену, срок службы, качества захвата предметов в явном виде отсутствует.

Авторы видят решение имеющейся проблемной ситуации в разработке перспективного вида

протезов отечественного производства. В качестве основного ориентира были выбраны бионические протезы, обладающие значимым количеством преимуществ по сравнению с обычными пластиковыми протезами.

Ранее бионическими протезами называли устройства, похожие на замещаемую часть тела. С точки зрения современных понятий – это протезы, управляемые электроникой и биотоками, то есть использующие миографию или энцефалограмму. В настоящее время развитие технологий бионического протезирования находится в стадии зарождения. В основном они имеют только четыре функциональных захвата, что позволяет принимать пищу, в том числе жидкости в стаканах, печатать на клавиатуре, поворачивать ключ в замке и даже удерживать мелкие предметы. Регулируется так же и сила сжатия пальцев – таким образом пользователь может удерживать в руке даже пластиковый стаканчик, или разбивать яйца. Это стало возможно благодаря применению специализированных датчиков, считывающих электрические сигналы с мышц. Основным недостатком данного протеза является большая стоимость: в 2013 году она могла достигать до 100 тысяч долларов. С другой стороны, существует проблема вживления специализированного чипа в мозг пациента, что значительно снижает спрос на подобные устройства. Однако технологии не стоят на месте, и сейчас уже существуют браслеты, имеющие обратную связь через тактильные датчики, расположенные на искусственной коже. Однако данный фактор не только не решает проблему высокой стоимости протеза, но и усугубляет ее.

В 2013 году было найдено решение проблемы стоимости, так как практически все части протеза были распечатаны на 3D-принтере [9-10]. Данный фактор позволил в разы уменьшить его себестоимость, в том числе энергозатраты на производство, а также время изготовления. Неоспоримым достоинством данного метода является возможность индивидуальной разработки и подгонки протеза к человеку, быстрое производство и возможность заменить детали.

На данный момент 3D-печать уже довольно широко вошла в нашу жизнь, стоимость бюджетного 3D-принтера составляет около 300 долларов США [11]. Однако вместе с тем имеется большое количество разновидностей пластика, обладающего в некоторой степени удивительными свойствами и структурой: например, пластик с высокой температурой плавления, повышенной прочностью, или наоборот эластичностью [12].

Возможности 3D-печати на этом не заканчиваются. Она доступна для любого желающего и не требуют установки специализированного чипа в мозг, что так же уменьшает риски при его применении. Это стало возможным с применением более совершенных датчиков и управляющего устройства с открытым программным кодом. Основным недостатком этого метода считается довольно быстрый износ подвижных деталей, недостаточная жесткость конструкции, порой некорректная работа управляющего модуля.

Наиболее перспективным на данный момент считается протез, изготовленный с использованием сверхлегких материалов, таких как углепластик, титановые и алюминиевые сплавы [12]. Несомненно, это приводит к удорожанию прибора. Однако при этом устраняются существенные недостатки: устраняется недостаток прочности, снижается вес, увеличивается ресурс работы деталей, а соответственно и общий срок службы устройства. По сути единственным существенным недостатком данного метода является высокая себестоимость производства. Поэтому проблема спроса на данные решения остается открытой.

Заключение

В заключении можно сказать, что выбор на рынке бионических протезов очень ограничен, и не всегда позволяет воспользоваться всеми благами полноценной руки. На данный момент они активно дешевеют благодаря применению аддитивных технологий, однако существует огромной количество недоработок.

Данная работа являлась в большей степени обзорной. В дальнейшем планируется разрабатывать собственные решения для протезирования конечностей рук человека. За основу будут взяты принципы и методы функционирования не пластиковых, а именно бионических протезов.

Список использованных источников

1. Оксенюк Д.Н., Черноус Д.А. Минимизация сил и моментов в биомеханической модели конечностей человека // Механика. научные исследования и учебно-методические разработки. №8, 2014. с. 148-153.
2. Рубцов В.В., Васина Л.Г., Куравский Л.С., Соколов В.В. Модельный образец специальных образовательных условий для получения высшего образования студентами с инвалидностью: опыт создания и применения // Психологическая наука и образование. 2017. Т. 22. № 1. С. 34-49
3. Литвинова Н.Ю., Черняк В.А., Панчук О.В., Плюта И.И. Роль дуплексной флоуметрии в оценке состояния тканей нижней конечности у пациентов с хронической ишемией нижних конечностей // Сердце и сосуды. 2014. № 3 (47). С. 83-88.
4. Маликов М.Х., Курбанов У.А., Давлатов А.А., Хван И.Н. Пересадка комплекса тканей при потере функции мышц верхней конечности // Новости хирургии. 2013. Т. 21. № 5. С. 111-116.

5. Борисова О.В., Борисов И.И., Кривошеев С.В., Резников С.С. Разработка механизма лучезапястного сустава антропоморфного протеза // Материалы XXVIII Международной инновационно-ориентированной конференции молодых ученых и студентов (МИКМУС - 2016) сборник трудов конференции. 2017. С. 216-218.

6. Новиков Ю.В., Ключевский В.В., Пшениснов К.П., Ходжабагян З.С. Реплантация и трансплантация как методы восстановления отчлененной конечности или ее сегментов // Вопросы реконструктивной и пластической хирургии. 2016. Т. 19. № 2. С. 63-73.

7. Агеева У.О., Агеева В.Г., Барский А.Б. Бионическое интеллектуальное протезирование конечностей и логические нейронные сети // Информационные технологии. 2016. Т. 22. № 5. С. 379-386.

8. Масленников С.О., Головаха М.Л., Черный В.Н. Изучение степени интеграции мягких тканей в элементы из углерод-углеродного композитного материала в зоне перехода внутренней и наружной среды при имплантации эндо-экзопротезов // Травма. 2017. Т. 18. № 1. С. 39-44.

9. Межведомственный комплексный план мероприятий (дорожная карта) по вопросам организации инклюзивного образования и создания специальных условий для получения образования детьми с ограниченными возможностями здоровья и инвалидностью в курской области на 2015-2017 годы (в сокращении) // Научно-методический журнал Педагогический поиск. 2015. Т. 1. № 6. С. 5-14.

10. Замилацкий Ю.И., Курдыбайло С.Ф., Гайнуллина Р.Р., Чекушина Г.В. Технология протезирования, сокращающая время и трудозатраты на изготовление протезов верхних конечностей // 3-й Азиатско-Тихоокеанский конгресс по военной медицине материалы конгресса. 2016. С. 169-170.

11. Горячева О.Е., Горячев Е.А. Актуальные вопросы технологии экономической эффективности производства заготовок из наноструктурных материалов // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Металлургия. 2017. Т. 17. № 2. С. 127-131.

12. Березняк А.Е. Моделирование и прототипирование протеза верхней конечности // Материалы Межвузовской научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых специалистов им. Е.В. Арменского Материалы конференции. 2017. С. 110-111.